

О НАТУРАЛЬНОМ РЕЖИМЕ КОМПЕНСИРОВАННЫХ ЛИНИЙ

О. Б. ТОЛПЫГО

(Представлено научным семинаром энергетического факультета)

Разработка проблем передачи электроэнергии на большие расстояния, проводимая советскими учеными и инженерами, показала, что вполне возможна передача мощности порядка натуральной на расстояние 1000—1200 км.

Натуральный режим работы электропередачи, как известно, характеризуется отсутствием отраженных волн, что свидетельствует о равенстве мощностей электрического и магнитного полей линии.

В натуральном режиме мощность падающих волн полностью поглощается нагрузкой, сопротивление которой равно волновому сопротивлению линии.

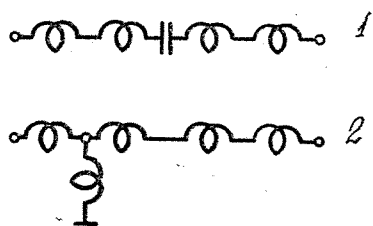
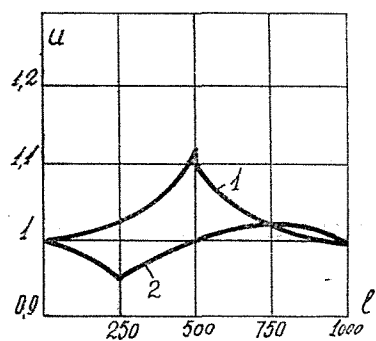
Внешними признаками натурального режима являются:

- 1) постоянство величины действующего напряжения и тока вдоль линии;
- 2) равенство сдвигов векторов напряжений и токов вдоль линии ее волновой длине;
- 3) отсутствие реактивных потерь и реактивной нагрузки, т. е. равенство коэффициента мощности вдоль всей длины линии. На основе расчетов целого ряда схем компенсированных линий, подтвержденных опытом, вышеизложенные признаки натурального режима для компенсированных линий выглядят несколько иначе.

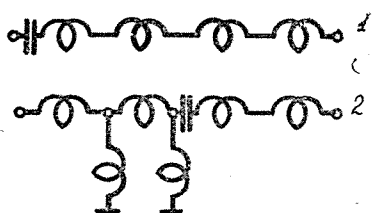
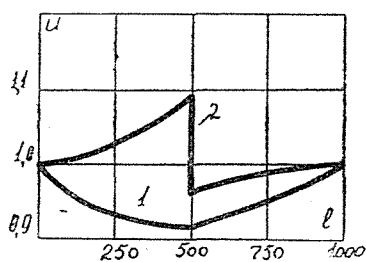
1. Говоря о постоянстве модулей напряжений вдоль некомпенсированной линии, нельзя этого утверждать для линии компенсированной, в которую включены сосредоточенные сопротивления и проводимости: конденсаторы продольной компенсации и индуктивные катушки поперечной компенсации. Наличие сосредоточенных сопротивлений вызывает сосредоточенное падение напряжений в них, а сосредоточенные проводимости вызывают понижение напряжения в отдельных точках линии за счет протекания по ним индуктивного тока. Вследствие этого картина распределения напряжения вдоль линии искажается. Но в натуральном режиме сохраняется равенство модулей напряжений и токов по концам линии. Примером могут служить кривые распределения напряжений вдоль линии в натуральном режиме для некоторых схем компенсированных линий, представленных на фиг. 1, 2.

2. Углы сдвигов векторов напряжений (токов) вдоль отдельных точек компенсированной линии в натуральном режиме не равны волновым длинам участков, а зависят от места включения и вида применяемых КУ. Только по концам линии сдвиг векторов напряжений (токов) равен волновой длине компенсированных линий (фиг. 3, 4). Таким образом, в натуральном режиме векторы напряжений (токов) сдвинуты на угол, равный волновой длине, только по концам линии.

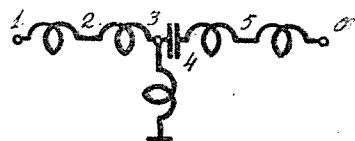
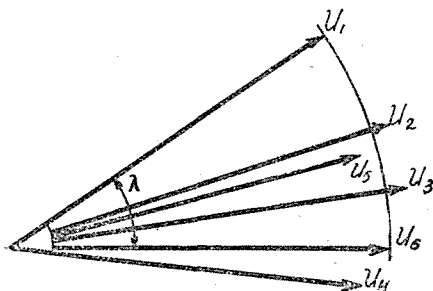
3. Волновое сопротивление компенсированной линии в общем случае является величиной комплексной, содержащей, кроме активной составляю-



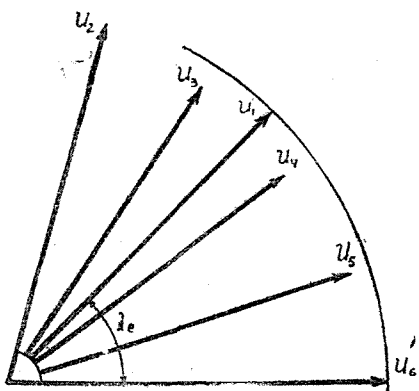
Фиг. 1.



Фиг. 2.



Фиг. 3.



Фиг. 4.

щей, также реактивную составляющую. Натуральный режим характеризуется тем, что сопротивление нагрузки будет равно волновому сопротивлению компенсированной линии. Поэтому ток нагрузки

$$\dot{I}_2 = \frac{\dot{U}_2}{Z_H} = \frac{\dot{U}_2}{Z_{ве}} = I_a \mp jI_r$$

в общем случае есть величина комплексная. Следовательно, в натуральном режиме будет протекать по линии ток, содержащий активную и реактивную составляющие. В таблице 1 приведены значения активных и реактивных токов в натуральном режиме для некоторых компенсированных линий.

Таблица № 1

№ а.п	Вид схемы линии	$Z_{ве}$	I_a	jI_r
1		$0,88 \angle -14^\circ 30'$	1,1	0,285
2		0,74	1,35	0
3		$0,88 \angle 14^\circ 30'$	1,1	-0,285
4		$1,16 \angle 14^\circ 50'$	0,83	-0,22
5		1,34	0,745	0
6		$1,16 \angle -14^\circ 50'$	0,83	0,22
7		$0,9 \angle 11^\circ 30'$	1,09	-0,225
8		$1,0 \angle -8^\circ 35'$	0,99	0,15
9		$1,0 \angle 8^\circ 35'$	0,99	-0,15
10		$0,9 \angle -11^\circ 30'$	1,09	0,225
11		$1 \angle -30^\circ 10'$	0,875	0,505

В натуральном режиме при протекании реактивного тока, обусловленного реактивной составляющей волнового сопротивления, равенство модулей напряжений по концам линии не нарушается.

Реактивные потери в натуральном режиме отсутствуют вне зависимости от того, будет ли волновое сопротивление иметь реактивную составляющую или не будет. На самом деле, мощность в конце линии при натуральном режиме

$$W_2 = \hat{U}_2 \dot{I}_2.$$

Напряжения и ток начала линии

$$\dot{U}_1 = AU_2 + B \dot{I}_2 = U_2 e^{j\lambda}$$

$$\dot{I}_1 = CU_2 + D \dot{I}_2 = I_2 e^{j\lambda}$$

$$W_1 = \hat{U}_1 \dot{I}_1 = \dot{U}_2 e^{-j\lambda} I_2 e^{j\lambda} = U_2 \dot{I}_2,$$

т. е. в натуральном режиме кажущиеся мощности начала и конца компенсированной линии равны и реактивные потери в линии отсутствуют, хотя и протекают реактивные токи нагрузки.

На основании вышеизложенного натуральный режим компенсированных линий электропередач нужно характеризовать, по нашему мнению, следующими признаками:

- 1) постоянство величин действующих напряжений и токов по концам компенсированной линии;
 - 2) равенство сдвигов векторов напряжений (токов) волновой длине линии по концам ее;
 - 3) отсутствие реактивных потерь и равенство коэффициента мощности вдоль всей длины линии при наличии реактивной нагрузки натурального режима.
-